

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri di Indonesia sebagai negara yang sedang berkembang merupakan usaha jangka panjang untuk merombak struktur perekonomian nasional. Menuju era globalisasi yang lebih menitikberatkan pada sub agroindustri sesuai dengan kekayaan alam yang dimiliki. Pembangunan agroindustri ditingkatkan agar mampu menjamin pemanfaatan hasil pertanian secara optimal dengan memberikan nilai tambah yang tinggi melalui pengembangan dan penguasaan teknologi pengolahan, melalui keterkaitan yang menguntungkan antara petani, produsen dengan pihak industri (GBHN 1993).

Salah satu upaya peningkatan nilai tambah pada sub sektor agroindustri adalah pemanfaatan pati sagu sebagai bahan baku pembuatan sirup berfruktosa tinggi (*high fructose syrup*). Selain untuk pengolahan fruktosa, sagu dapat juga diolah menjadi bahan makanan. Hal ini tentunya akan menguntungkan pihak petani sagu karena akan mempermudah bagi pemasaran hasil tanamannya dan juga menguntungkan pihak industri. Menurut data statistik, banyaknya pati sagu secara umum yang digunakan sebagai bahan baku industri pangan yaitu industri *softdrink*, industri kembang gula, industri es krim, dan industri yang membutuhkan pemanis pada tahun 2016 sebanyak 20.360.472 kg dengan nilai kurang lebih US \$14.867.472 (Badan Pusat Statistik Indonesia 2016).

Selama ini pemanfaatan pati secara tradisional sebagai bahan pangan hanyalah dengan dibakar atau dibuat bubur. Namun sagu memiliki potensi yang sangat besar sebagai penghasil *High Fructose Syrup* (HFS) atau sirup berfruktosa tinggi yang lazim juga disebut sebagai gula cair. Kebutuhan HFS sebagai substitusi gula pasir (sukrosa), di Indonesia mencapai 20.000 ton per tahun. Bahkan kalau ditambah kebutuhan untuk substitusi siklamat dan sakarin, kebutuhan per tahunnya akan mencapai 200.000 ton. Nilai HFS sendiri sekitar 10 sampai 12 kali lipat dibanding nilai pati sagu (foragri.blogsome.com).

Dari data tersebut, maka pati dapat bernilai tambah jika diolah sedemikian rupa dengan cara yang tepat, sehingga dapat meningkatkan pendapatan nasional dan meningkatkan taraf hidup petani melalui pemberdayaan sumber pertanian yaitu sagu.

1.2. Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas perancangan perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

1.2.1. Data Impor Sirup Fruktosa

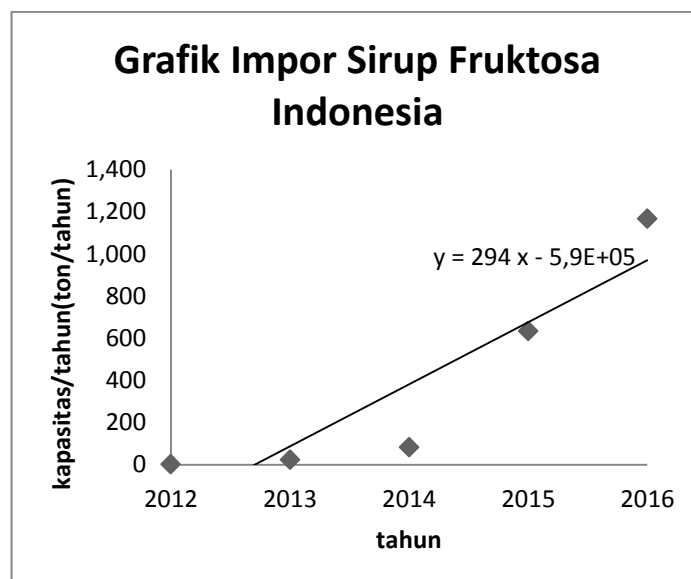
Permintaan sirup fruktosa di Indonesia dalam 5 tahun terakhir relatif tidak konstan tergantung kebutuhan industri pangan di Indonesia. Kebutuhan tersebut dapat dilihat dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Perkembangan Impor Sirup Fruktosa Tahun 2012-2016

No.	Tahun	Impor (ton/tahun)
1.	2012	1,612
2.	2013	23,359
3.	2014	81,616
4.	2015	634,321
5.	2016	1166,295

(Sumber, BPS 2016)

Dari data impor sirup fruktosa (Tabel 1.1), kemudian dilakukan regresi linier untuk mendapatkan tren kenaikan impor sirup fruktosa di Indonesia. Regresi linier untuk data impor ditunjukkan dalam Gambar 1.1.

**Gambar 1.1 Grafik Impor Sirup Fruktosa Indonesia**

1.2.2. Kapasitas Minimum-Maksimum

Data kapasitas pabrik penghasil sirup fruktosa yang telah beroperasi di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Pabrik Penghasil Sirup Fruktosa

No.	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1.	PT. Raya Sugar Industry	Tasikmalaya	2500
2.	PT. Puncak Gunung Mas	Ciracas	3000
3.	PT. Saritani Nusantara	Malang	2500
4.	PT. Trebor Indonesia	Jakarta	3000
5.	CV. Harum Manis	Jakarta	900
6.	CV. Danaco	Jakarta	360
7.	Firma Industri Kimia “Murni”	Jakarta	300

(http://elib.pdii.lipi.go.id)

Dari regresi linier terhadap data impor sirup fruktosa didapatkan persamaan $y = 294 x - 5,95.10^5$. Pabrik sirup fruktosa direncanakan dibangun pada tahun 2019 dan akan beroperasi pada tahun 2019. Jadi untuk tahun 2019 diperkirakan Indonesia membutuhkan sirup fruktosa \pm sebesar 2.704 ton. Berdasarkan data yang diperoleh, maka kapasitas pabrik yang direncanakan untuk memenuhi impor sirup fruktosa sebesar 3.000 ton/tahun.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan pabrik tersebut. Sebelum mendirikan suatu pabrik perlu dilakukan suatu survei dalam mempertimbangkan faktor-faktor penunjang.

Pabrik sirup fruktosa direncanakan akan didirikan di daerah Kabupaten Kepulauan Meranti, Propinsi Kepulauan Riau.



Gambar 1.2 Lokasi Kabupaten Kepulauan Meranti

Pemilihan ini dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan secara teknis dan ekonomis, berdasarkan pertimbangan :

1.3.1 Faktor Utama

a. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku pati sagu diperoleh dari pabrik pengolahan sagu di daerah Kabupaten Kepulauan Meranti. Kabupaten Kepulauan Meranti adalah pusat pengembangan tanaman sagu secara nasional dan merupakan kawasan penghasil tanaman sagu terbesar di Indonesia dan lahan yang tersedia masih luas. Selama ini penggunaan pati sagu hanya terbatas sebagai bahan baku pembuatan tepung dan mie. Pati sagu diperoleh dari PT. National Timber and Forest Product Unit HTI Murni Sagu yang terletak di Kecamatan Tebing Tinggi, Kabupaten Kepulauan Meranti yang memiliki kapasitas produksi 452.500 ton pati sagu/tahun, sedangkan pati sagu yang diekspor salah satunya ke Jepang sebanyak 20.000 ton/tahun.

Kebutuhan pati sagu untuk produksi HFS sebesar 2.512 ton/tahun. Letak antara pabrik dan sumber bahan baku yang dekat diharapkan penyediaan bahan baku dapat selalu tercukupi dengan lancar dan berkesinambungan.

b. Sarana Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Kabupaten Kepulauan Meranti memiliki sarana transportasi yang memadai, sehingga dapat mengangkut bahan baku pati sagu ke pabrik serta pengiriman produk ke daerah pemasaran tanpa mengalami masalah. Pada transportasi sarana laut, Kabupaten Kepulauan Meranti merupakan jalur lintas antar propinsi bahkan antar negara (Singapura dan Malaysia) memiliki Pelabuhan Tanjung Harapan yang melayani jalur akses domestik maupun internasional. Selain itu Kabupaten Kepulauan Meranti juga memiliki dermaga RORO (*Roll on Roll off*) yang menghubungkan antara Pulau Tebing Tinggi dengan Pulau Sumatera.

c. Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja yang trampil mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin-mesin produksi dan juga bagian pemasaran dan administrasi. Tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Kepulauan Riau dan sekitarnya.

d. Utilitas

Sarana-sarana pendukung seperti tersedianya air, listrik dan bahan bakar perlu diperhatikan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Kebutuhan listrik pabrik diperoleh dari PLN dan disuplai generator pada saat *emergency*.

Sedangkan kebutuhan air diperoleh langsung dari air Sungai Siak yang memiliki debit $200 \text{ m}^3/\text{detik}$.

1.3.2. Faktor Sekunder

a. Perluasan Areal Pabrik

Kabupaten Kepulauan Meranti merupakan kawasan yang relatif luas, sehingga masih memungkinkan untuk memperluas area pabrik jika dibutuhkan.

b. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan pabrik perlu memperhatikan faktor kepentingan pemerintah yang terkait didalamnya. Hal ini ditandai dengan kebijaksanaan pengembangan industri yang berhubungan dengan pemerataan kesempatan kerja dan hasil-hasil pembangunan yang berhasil menumbuhkan iklim investasi yang baik di Kepulauan Riau. Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan-kemudahan dalam perizinan, pajak, dan lain-lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

c. Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi menyangkut iklim, kondisi sosial dan sikap masyarakat yang sangat mendukung bagi sebuah kawasan industri terpadu. Oleh karena itu, Kabupaten Kepulauan Meranti bisa digunakan sebagai lokasi pendirian pabrik sirup fruktosa.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam Proses

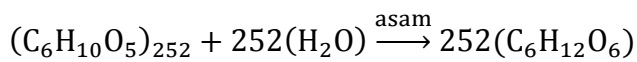
Proses pembuatan *High Fructose Syrup* (HFS) dari pati sagu terdiri dari :

- Proses hidrolisa pati menjadi glukosa
- Proses isomerisasi glukosa menjadi fruktosa

1.4.1.1. Proses Hidrolisa Pati menjadi Glukosa

Ada tiga macam proses hidrolisa pati menjadi glukosa yaitu proses hidrolisa pati dengan katalis asam, proses hidrolisa pati dengan katalis enzim, dan proses hidrolisa pati dengan menggunakan gabungan katalis asam dan enzim.

- a. Proses hidrolisa dengan katalis asam

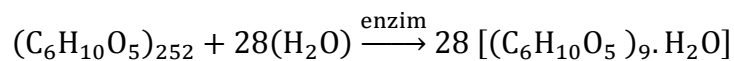


Pembuatan glukosa melalui hidrolisa pati dengan asam dilakukan dengan melarutkan pati dalam air, selanjutnya di dalam larutan ditambahkan zat asam untuk mengatur pH-nya sambil diaduk sehingga didapat larutan yang serba sama. Kemudian larutan dipanaskan pada suhu 85-140°C hingga proses hidrolisa pati selesai. Setelah proses hidrolisa selesai, maka dilakukan proses netralisasi dengan menambahkan larutan basa sampai pH larutan 4,5-5. Basa yang digunakan tergantung jenis katalis asam yang digunakan. Setelah larutan netral, kemudian dilakukan penjernihan dengan menambahkan larutan *bleaching agent* yaitu karbon aktif, kaolin dan lain-lain. Kemudian dilanjutkan dengan penyaringan untuk memisahkan kotoran. Untuk memperoleh sirup glukosa dengan kepekatan yang diinginkan dapat dilakukan dengan cara pemekatan pada evaporator (Schenck, 1992).

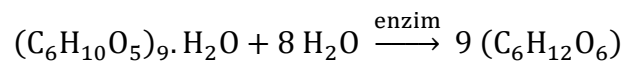
b. Proses hidrolisa dengan katalis enzim

Proses hidrolisa pati menjadi glukosa dengan katalis enzim terdiri dari 2 tahapan yaitu Likuifiksasi dan Sakarifikasi. Reaksi Likuifiksasi adalah reaksi pemotongan ikatan α 1-4 pada amilosa oleh enzim sedangkan reaksi Sakarifikasi adalah reaksi pemotongan ikatan α 1-4 dan α 1-6 pada amilopektin oleh enzim.

Reaksi Likuifiksasi :



Reaksi Sakarifikasi :



Proses pembuatan glukosa melalui hidrolisa pati dengan enzim dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Dengan proses ini dibuat larutan pati 30-40% (atas dasar bahan kering) dalam air, setelah itu diatur pH-nya sebesar 6-6,5 dengan menggunakan NaOH. Larutan ditambah *enzym α -amylase* dengan perbandingan 1-1,5 untuk tiap ton pati kering. Setelah itu dipanaskan pada suhu 85°C selama 2 jam sambil diaduk. Larutan dimasukkan ke dalam pemanas bertekanan (*autoclave*) pada suhu 105°C selama 5 menit, setelah itu suhu diturunkan menjadi 95°C–100°C dan dibiarkan pada suhu tersebut selama 90-120 menit hingga larutan menjadi maltodekstrin. Dalam proses pemurnian, larutan maltodekstrin suhunya diturunkan menjadi 60°C dan pH diturunkan menjadi 4,5-5 dengan menambah HCl. Pada larutan maltodekstrin ditambahkan enzim *amyloglukosidase* (AMG) dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 48 jam sambil diaduk. Untuk menjernihkan larutan dengan

ditambahkan karbon aktif dan disaring untuk memisahkan kotoran, karbon aktif, dan pati sisa, hingga didapat sirup glukosa yang jernih (Dziedzic, 1984).

c. Proses hidrolisa dengan katalis asam dan enzim

Proses hidrolisa dengan katalis asam dan enzim merupakan proses hidrolisa dengan gabungan katalis asam dan enzim. Untuk pati dengan granula yang keras proses likuifikasi dilakukan dengan katalis asam dan selanjutnya proses sakarifikasi dilakukan dengan katalis enzim. Sedangkan untuk granula pati berukuran irreguler proses likuifikasi dilakukan dengan katalis enzim dan selanjutnya proses sakarifikasi dilakukan dengan katalis asam.

Tabel 1.3 Perbandingan Beberapa Proses Hidrolisa Pati menjadi Glukosa

Pertimbangan	Katalis Asam	Katalis Enzim	Katalis Asam dan Enzim
Bahan baku	Mudah didapat	Enzim yang dipakai masih impor.	Enzim yang dipakai masih impor.
Pemakaian enzim	Tidak	Banyak	Sedang
Waktu operasi	1 jam	reaksi 1 : 2 jam reaksi 2 : 48 jam	1-48 jam
Komposisi akhir sirup	Glukosa = 91,5 % Maltosa = 2,5 % Isomaltosa = 6%	Glukosa = 97 % Maltosa = 1,6 % Isomaltosa = 1,3% Oligosakarida = 0,1%	Glukosa = 95 % Maltosa = 2% Isomaltosa = 3 %
Kandungan garam	Kandungan garam dalam sirup sukar dihilangkan.	Kandungan garam dalam sirup lebih mudah dihilangkan.	Kandungan garam dalam sirup sukar dihilangkan.
Warna sirup (RBU)	10	0,2	0,3
Temperatur operasi reaksi	180°C	reaksi 1 : 95°C reaksi 2 : 60°C	180°C
Tekanan operasi	11,3 atm	1 atm	11,33 atm
Produk samping	Banyak	Sedikit	Banyak
DE*	85-95	95-98	95

(Fullbrook, 1984)

* DE (*Dextrose Equivalent*) adalah perbandingan jumlah ikatan glukosidik yang dipotong enzim dengan jumlah ikatan glukosidik mula-mula.

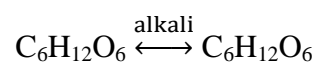
Dari beberapa pertimbangan di atas, dipilih proses hidrolisa menggunakan katalis enzim karena :

1. Proses hidrolisa dengan enzim dapat mengontrol komposisi sirup yang dihasilkan, sedangkan proses hidrolisa dengan asam sulit untuk dilakukan pengontrolan komposisi sirup.
2. Hasil sirup glukosa lebih jernih dibandingkan dengan proses hidrolisa dengan asam.
3. Hasil sirup glukosa lebih bersih dibandingkan dengan proses hidrolisa dengan asam karena proses hidrolisa dengan asam memberikan kandungan garam dan abu setelah proses netralisasi.
4. Lebih hemat energi karena proses hidrolisa dengan asam membutuhkan energi pemanasan yang lebih tinggi.
5. Nilai *dextrose equivalent* yang dihasilkan lebih tinggi.

1.4.1.2. Proses Isomerisasi Glukosa menjadi Fruktosa

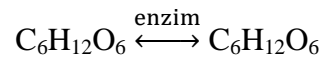
Ada dua macam proses isomerisasi glukosa menjadi fruktosa

- a. Proses isomerisasi glukosa menjadi fruktosa dengan katalis alkali



Pada proses isomerisasi sirup glukosa menjadi sirup fruktosa dengan katalis alkali menghasilkan hanya sekitar 35% glukosa yang terisomer (Berghmans, 1981).

b. Proses isomerisasi glukosa menjadi fruktosa dengan katalis enzim



Pada proses isomerisasi sirup glukosa menjadi sirup fruktosa dengan katalis enzim, terlebih dahulu sirup glukosa dipompa ke dalam tangki pencampur untuk diatur pH-nya menjadi 8,2 dengan menggunakan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Ion Mg^{2+} berfungsi sebagai stabilisator (menstabilkan aktivitas enzim) dan aktivator (mengaktivasi enzim). Suhu diatur menjadi 60°C lalu dipompa atau dialirkan ke dalam serangkaian proses isomerisasi yang berisi *sweetzyme* (enzim glukosa isomerase yang telah di-*immobille*) (Berghmans, 1981).

Dari kedua proses di atas, dipilih proses isomerisasi glukosa menjadi fruktosa dengan katalis enzim karena jumlah glukosa yang terisomer menjadi fruktosa lebih besar yaitu 45% dibandingkan dengan proses isomerisasi glukosa menjadi fruktosa dengan katalis alkali yang hanya menghasilkan 35% glukosa yang terisomer.

1.4.2. Kegunaan Produk

Pada saat ini *high fructose syrup* banyak digunakan dalam industri makanan, seperti industri kembang gula, pengalengan buah-buahan, *jelly*, industri pembuatan es krim, industri minuman (*softdrink*), siklamat, sakarin, dan industri pangan lainnya sebagai pengganti gula tebu (sukrosa).

1.4.3. Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.3.1. Bahan Baku

1. Pati Sagu ($C_6H_{10}O_5$)₂₅₂

Sifat fisik (Ahmad dan Williams,1998) :

- Merupakan butiran atau granula yang berbentuk elips.
- Granula berukuran 20 μ m - 60 μ m.
- Berwarna putih mengkilap.
- Tidak berbau dan tidak mempunyai rasa.

Sifat kimia (Karim et al.2008) :

- Komposisi kimia pati sagu yaitu protein (0,19%-0,25%), abu (0,06%-0,43%), serat (0,26%-0,32%), lemak (0,10%-0,13%), air (10,6%-20,0%) dan pati (78,87%-88,79%).

2. Enzim Glukosaisomerase (Guilbault,1987):

Sifat fisik :

- Warna : coklat
- Bentuk : *dry pellet*
- Ukuran partikel : 300 μ m - 1000 μ m
- *Bulk density* : 40-45 lb/ft³
- *Bed void volume* : 0,45

Sifat kimia (Aehle,2007) :

- Temperatur aktivitas optimum : 60°C
- pH aktivitas optimum : 6,4
- Membutuhkan ion logam seperti Co^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} dan Cr^{2+} untuk aktivitas katalitiknya.

3. Enzim α -Amilase

Sifat fisik (Smith,2003) :

- Bentuk : bubuk atau suspensi.
- Warna : putih

Sifat kimia (Whitehurst,2002) :

- Temperatur aktivitas optimum : 95-110°C
- pH aktivitas optimum : 5-7
- Membutuhkan ion Ca^{2+} untuk aktivitas katalitiknya.
- Larut dalam air, larutan sukrosa dan larutan sodium klorida (Smith,2003).

4. Enzim Amyloglukosidase

Sifat fisik (Jefea,2002) :

- Bentuk : bubuk amorf, cairan
- Warna : coklat

Sifat kimia (Smith,2003) :

- pH aktivitas optimum : 4-5
- Temperatur aktivitas optimum : 55°C
- Larut dalam air
- Tidak larut dalam etanol dan eter (Jefea,2002).

5. Magnesium Sulfat

Sifat fisik(Eagleson,1993) :

- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : bubuk kristalin
- Bentuk kristal : rhombik
- Berat molekul : 120,37 gr/mol
- *Specific gravity* : 2,66

Sifat kimia (Eagleson,1993) :

- Larut dalam air
- Kelarutannya naik dengan naiknya temperatur.
- Mengkristalkan air dengan jumlah hidrat yang berbeda tergantung pada temperaturnya.
- Antara -3,9°C dan 1,8°C akan terbentuk magnesium hidrat dodekahidrat ($\text{MgSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) dan antara 1,8°C dan 48,3°C terbentuk heptahidrat rhombik ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).

6. Asam Klorida (HCl)

Sifat fisik (Perry,1997) :

- Berat Molekul : 36,46 gr/mol
- *Boiling Point* : -85°C
- *Melting Point* : -111°C pada tekanan 1 atm
- *Specific gravity* : 1,268
- Tidak berwarna
- Berbau agak tajam atau khas dan beracun.

Sifat kimia (Sax,1987) :

- Merupakan oksidator kuat
- Dapat membakar materi organik jika ada kontak.
- Merupakan asam kuat.
- Merupakan elektrolit kuat.
- Mengalami ionisasi sempurna dalam air.
- Mempunyai ikatan kovalen polar (Fessenden, 1993).

7. Kalsium Hidroksida Ca(OH)₂

Sifat fisik (Behrens 1989) :

- Berat molekul : 74 gr/mol
- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : bubuk kristal
- *Specific gravity* : 2,08

Sifat kimia (Cady,1916)

- Larutan basa kuat
- Sedikit larut dalam air
- Disebut juga *slaked lime* yang dibuat dengan mereaksikan air dengan batu kapur.
- Reaksi pembentukan kalsium hidroksida bersifat eksotermis.

8. Air (H₂O)

Sifat fisik (Perry,1997) :

- Berat Molekul : 18,016 gr/mol
- Indeks bias : 1,33
- *Boiling point* : 100⁰C pada tekanan 1 atm
- *Melting Point* : 0⁰C pada tekanan 1 atm
- *Specific gravity* : 1
- Viskositas : 0,0102 poise
- Panas laten : -2,418 x10⁵ J/mol
- Tidak berbau dan berasa

Sifat kimia (Sax,1987) :

- Merupakan cairan polar dengan konstanta dielektrik tinggi.
- Dapat terionisasi menjadi H⁺ dan OH⁻.
- Merupakan pelarut yang baik untuk bermacam-macam zat.
- Molekul air diikat oleh hidrogen satu sama lain.

- Merupakan penghantar panas yang baik (Pudjaatmaka, 1984).

9. Natrium Hidroksida

Sifat fisik(National Research Council,1995):

- Berat molekul : 40,0 gr/mol
- Titik didih : 1390°C
- Titik leleh : 318°C
- Tidak berbau
- Warna : berwarna putih, bening
- Bentuk : kristal padat

Sifat kimia (Vogel,1990) :

- Merupakan larutan basa kuat.
- Mudah larut dalam air
- Tidak larut dalam aseton
- Di dalam air mengalami ionisasi sempurna.
- Menyerap CO₂ yang mengandung karbonat.

10. Karbon aktif

Sifat fisik (Wang ,2006):

- Bentuk : bubuk karbon dan granular karbon
- Luas permukaan : 500 sampai 1400 m²/gr

- Ukuran partikel (100 mesh) : 95 - 99
- *Bulk density* : 28-32 lb/ft³

Sifat kimia :

- Kandungan air : 8%-25%

11. Asam sulfat (H_2SO_4)

Sifat fisik (Perry,1997) :

- Berat molekul : 98,08 gr/mol
- *Specific gravity* : 1,834
- Titik didih : 340°C
- Titik lebur : 10,49°C
- Warna : coklat

Sifat kimia(Vogel,1990) :

- Merupakan asam pekat
- Mempunyai ikatan kovalen
- Terionisasi sempurna
- Higroskopis
- Korosif

12. Asam Sitrat ($C_6H_8O_7$)

Sifat fisik :

- Berat molekul : 192,1 gr/mol
- Titik leleh : 153°C
- Komposisi : C (37,5%), H (4,2%), O (58,3%)
(Myers, 2007)
- Densitas : 1,09 kg/m³ pada temperatur 669 K
(Yaws, 2008)
- Warna : Putih atau tidak berwarna
- Bentuk : Kristal padat
- Tidak berbau
(D'mello, 2003)

Sifat kimia (Gregory, 1856) :

- Sangat larut dalam air.
- Ketika ditambahkan ke dalam air kapur akan membuat air kapur menjadi bening.
- Diekstrak dari buah-buahan masam dengan menggunakan kapur pada *acid juice*.
- Merupakan larutan asam kuat.

1.4.3.2. Produk

Sirup Fruktosa ($C_6H_{12}O_6$)

Sifat fisik :

- Berat Molekul : 180,16 gr/mol
- Warna : putih atau tidak berwarna
- Bentuk : larutan pekat (sirup)
- *Specific gravity* : 1,544
- Titik leleh : 146°C
- Mempunyai rasa manis

Sifat kimia (Tjokroadikoesoemo, 1985) :

- Komposisi kimia HFS meliputi dekstrosa (17%-53%), fruktosa (80%-42%) dan oligosakarida (3-5%).
- Kandungan karbohidrat : 99,95% bahan kering
- Kadar abu : 0,05%
- Kemanisan pada konsentrasi 15% bahan kering adalah sama dengan sukrosa.
- Tidak mengandung ion-ion logam berat seperti Pb, Fe, dan Cu.

1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Pati diubah menjadi glukosa melalui sebuah proses yang disebut hidrolisa. Hidrolisa yang digunakan adalah hidrolisa dengan menggunakan katalis enzim karena produk sirup glukosa yang dihasilkan lebih bersih dan jernih. Selain itu, juga karena tidak ada pembentukan produk samping yang menghambat. Proses hidrolisa pati adalah pencampuran pati dalam keadaan basah dengan enzim dan pemanasan campuran pati dan enzim. Enzim dan panas akan memecah molekul pati dan mengubahnya menjadi glukosa. Hidrolisa dapat memecah ikatan yang berbeda untuk menghasilkan glukosa dengan kemanisan yang berbeda. Lamanya proses akan mempengaruhi tingkat kemanisan sirup glukosa yang dinyatakan dengan nilai DE (*dextrose equivalent*). Sirup disaring dan untuk menghilangkan rasa atau warna yang tidak diinginkan, maka ditambah karbon aktif. Sirup kemudian dimurnikan kembali dan diuapkan untuk mengurangi kandungan air di dalamnya. Pengubahan sirup glukosa menjadi sirup fruktosa dilakukan melalui proses isomerisasi. Sirup glukosa yang telah diuapkan, dialirkan ke dalam reaktor isomerisasi yang berisi enzim. Isomerisasi glukosa menjadi fruktosa sebesar 45% akan menghasilkan sirup berfruktosa (HFS) dengan kandungan fruktosa 42% (Berghmans, 1981).